

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-003007

(43)Date of publication of application : 08.01.2004

(51)Int.Cl.

C22C 21/12  
B21J 5/00

(21)Application number : 2003-117983

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 23.04.2003

(72)Inventor : HIRANO YOJI  
SHOJI SATORU

(30)Priority

Priority number : 2002124864 Priority date : 25.04.2002 Priority country : JP

(54) ALUMINUM ALLOY HAVING EXCELLENT MACHINABILITY, METHOD FOR FORGING THE SAME, AND FORGING THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an aluminum alloy having machinability equivalent to that of a Pb-added alloy without adding any Pb in an Al-Cu alloy, a method for manufacturing a forging using the alloy, and the forging obtained through the use of the method.

SOLUTION: This aluminum alloy having excellent machinability has a composition consisting of, by mass %, 3-6% Cu, 0.2-1.2% Sn, 0.3-1.5% Bi, and 0.5-1.0% Zn, and the balance aluminum with inevitable impurities. There are also provided a method for manufacturing a forging using the alloy, and the forging obtained through the use of the method.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-3007

(P2004-3007A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

C22C 21/12

B21J 5/00

F1

C22C 21/12

B21J 5/00

ZAB

D

テーマコード (参考)

4E087

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2003-117983 (P2003-117983)	(71) 出願人	000005290
(22) 出願日	平成15年4月23日 (2003.4.23)		古河電気工業株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2002-124864 (P2002-124864)		東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
(32) 優先日	平成14年4月25日 (2002.4.25)	(74) 代理人	100076439
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 飯田 敏三
		(72) 発明者	平野 洋二
			東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
			河電気工業株式会社内
		(72) 発明者	東海林 了
			東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
			河電気工業株式会社内
		Fターム(参考)	4E087 BA04

(54) 【発明の名称】 切削性に優れたアルミニウム合金およびその鍛造方法とその鍛造品

## (57) 【要約】

【課題】 Al-Cu系合金において、Pbを添加しなくても、Pb添加材と同等以上の切削性を有するアルミニウム合金、および該合金を用いる鍛造品の製造方法とそれにより得られる鍛造品を提供する。

【解決手段】 Cu 3～6mass%、Sn 0.2～1.2mass%、Bi 0.3～1.5mass%及びZn 0.5～1.0mass%を含み、残部がアルミニウムと不可避免的不純物とからなる切削性に優れたアルミニウム合金、および該合金を用いる鍛造品の製造方法とそれにより得られる鍛造品。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

Cu 3～6mass%、Sn 0.2～1.2mass%、Bi 0.3～1.5mass%及びZn 0.5～1.0mass%を含み、残部がアルミニウムと不可避免的不純物とからなる切削性に優れたアルミニウム合金。

## 【請求項2】

請求項1記載の合金材を用いる鍛造加工工程を含んでなり、鍛造加工時の材料温度が320～450℃であることを特徴とする鍛造品の製造方法。

## 【請求項3】

請求項2記載の方法によって得られる鍛造品。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、旋削や孔空け等の機械加工を施す部品等に用いる、Pbを添加しない切削性に優れたアルミニウム合金ないしは合金材に関するものである。

また、本発明は、前記合金材を用いる鍛造品の製造方法に関するものである。

また、本発明は、前記方法によって得られる鍛造品に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、切削性に優れたアルミニウム合金としては、JIS2011合金やJIS6262合金等のPbを添加して調製されたアルミニウム系合金が使用されてきた。

しかし、近年環境問題に対する配慮の観点から、Pbを添加しない、かつ、切削性に優れたアルミニウム合金が要求されるようになった。

ところで、JIS2011合金(Pb-Bi添加)の代替として、Sn-Bi添加アルミニウム系合金材が提案されている(特許文献1等)が、切粉分断性はPb-Bi添加材に及ばない場合があった。さらに、製品の表面粗さを従来よりも小さくするといった要求に対し、材料の回転速度を小さくしたり、刃物の送り速度を小さくした場合には、切粉分断性が不十分となった。

また、Sn添加材を用いて熱間鍛造を行うと、従来のPb-Bi添加材では発生しない割れが、鍛造に引き続いて行う溶体化処理後の水焼き入れ時に発生する場合があった。

30

## 【0003】

## 【特許文献1】

米国特許第2,026,575号明細書

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、Al-Cu系合金において、Pbを添加しなくても、Pb添加材と同等以上の切削性を有するアルミニウム合金を提供することを目的とする。

また、本発明は、前記アルミニウム合金を用いる鍛造方法と、それにより得られる鍛造品を提供することを別の目的とする。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

上記の課題は、下記的手段により達成された。

すなわち本発明は、

(1) Cu 3～6mass%、Sn 0.2～1.2mass%、Bi 0.3～1.5mass%及びZn 0.5～1.0mass%を含み、残部がアルミニウムと不可避免的不純物とからなる切削性に優れたアルミニウム合金、

(2) 前記(1)項記載の合金材を用いる鍛造加工工程を含んでなり、鍛造加工時の材料温度が320～450℃であることを特徴とする鍛造品の製造方法、及び

(3) 前記(2)項記載の方法によって得られる鍛造品を提供するものである。

40

50

本発明で「Pbを添加しない」とは、地金にPbを添加しないという意味であり、具体的にはアルミニウム合金中でのPbの含有量が0.05mass%以下であることをいう。

【0006】

【発明の実施の形態】

本発明のアルミニウム合金において、CuはCuAl<sub>2</sub>等の化合物を形成して強度向上に寄与する。下限未満ではその効果が小さく、上限を超えると鑄塊外表面品質が低下する。

Cuの含有量は、好ましくは4.5～5.5mass%である。

Sn、Biの低融点元素は、切粉分断性を向上させる。すなわち、Sn、Biはアルミニウムにほとんど固溶しないため、化合物として存在する。この化合物が、切削や孔空け等の刃先での加工発熱により熔融し、切粉にノッチができるため、切粉分断性が向上すると考えられる。Sn量、Bi量とも各々下限未満ではその効果が不十分であり、上限を超えると粒界腐食が発生し耐食性が低下する。融点は、単体Sn232℃、単体Bi271℃だが、Sn-Bi化合物となると139℃に低下するため、その効果は大きい。よって、Sn、Biの両者添加が好ましく、共晶組成となる重量比でSn:Bi=43:57近傍での添加が好ましい。Snの含有量は、好ましくは0.2～0.8mass%である。Biの含有量は、好ましくは0.3～1.0mass%である。

【0007】

ところで、従来、Sn-Bi添加アルミニウム系合金材の切粉分断性は、Pb-Bi添加材に及ばない場合があった。その理由について本発明者らの鋭意検討の結果、以下のことが判明した。すなわち、Sn-Bi化合物はPb-Bi化合物よりサイズが小さいため、切削条件によっては切粉が分断されるための十分なサイズのノッチが形成されない場合があることが判った。

そこで、化合物サイズを大きくすべく、Bi量を0.3mass%以上としZnを添加するに至った。すなわち、Sn-Bi化合物がZnを含むようになり、Sn-Bi化合物サイズが大きくなることが判明した。例えば、後述する実施例において、比較例の試料9ではSn-Bi化合物の平均粒径が5μmであるのに対し、本発明品の試料2では8μmと大きくなり、従来例の試料JIS2011合金のPb-Bi化合物サイズと同等になる。これにより、十分なサイズのノッチが形成され、切粉分断性が向上する。Sn-Bi化合物の平均粒径は、好ましくは8μm以上であり、さらに好ましくは10μm以上である。Zn量について下限未満ではその効果が不十分であり、上限を超えると耐食性が劣化する。Znの含有量は、好ましくは0.5～0.8mass%である。

【0008】

なお、本発明の合金では、その他の元素は特に制限は無い。本合金の強度、成形性、切削性、耐食性等の各種特性を阻害しない範囲であれば、Si、Fe、Mn、Mg、Ti、Ni、Cr、Zr、In、等の元素を含有しても構わない。

また、本発明の合金では、製造条件や調質は特に制限は無い。通常の製造条件で、用途に合った調質を選択すれば良い。例えば、熱間加工上がりのT1でも良いし、溶体化処理・人工時効を施したT6でも良いし、溶体化処理・冷間加工・人工時効を施したT8でも良い。なお、強度が大きい方が切粉分断性は優れるため、溶体化処理後に冷間加工や人工時効を施すT3、T8、T6、T9等の調質が好ましい。

【0009】

また、本発明において、前記合金材を鍛造加工する場合は、鍛造時の材料温度を320～450℃とすることが好ましく、350～420℃とすることがさらに好ましい。

Sn添加材を用いて熱間鍛造を行うと、従来のPb-Bi添加材では発生しない割れが、鍛造に引き続いて行う溶体化処理後の水焼き入れ時に発生する場合があった。その理由について本発明者らの鋭意検討の結果、以下のことが判明した。すなわち、450℃を超えるような高温で鍛造した場合、再結晶粒は粗大となる。溶体化処理後に行う水焼き入れ時には、再結晶粒界に大きな応力が加わる。再結晶粒が粗大な材料における粒界の総面積は小さいため、粒界の単位面積あたりに加わる応力は大きくなり、割れが発生し易くなる。従来のPb-Bi添加アルミニウム系合金材でも、さらに再結晶粒を粗大にした場合に割れ

は発生するが、本発明合金材等のS n添加アルミニウム系合金材ほど割れは発生しない。一方、鍛造時に材料を低温化すると、材料の変形抵抗が増加する。これにより、鍛造荷重がプレス機の容量を超えてしまうことも考えられる。しかし、本発明合金材は、従来のP b-B i添加アルミニウム合金材に比べ変形抵抗が小さいため、低温での鍛造が可能である。しかし、320℃よりも低温にすると鍛造形状によっては鍛造荷重が大きくなる。なお、鍛造時の材料温度を低温化することは、エネルギー的なコスト面でも有利である。

【0010】

【実施例】

次に、本発明を実施例に基づき更に詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

10

実施例1

表1に示す組成の合金を溶解し、それぞれから直径220mmの铸塊を得た。この铸塊に480℃で6時間の均質化处理を施した。この铸塊を400℃での押出により直径12mmの押出丸棒とした。次いで、500℃で2時間の溶体化処理の後、直ちに水焼入れした。

これらの丸棒を用いて、外削による切削試験を行なった。切削条件は、回転数3000rpm、切込み量2mm、送り量0.1mm/rev.である。切粉分断性は、切粉100個当たりの質量で評価した。評価基準は、Aは2g以下、Bは2gを超え4g以下、Cは4gを超え6g以下、Dは6gより大である。切粉質量が少ない程、切削性（切粉分断性）に優れる。

20

【0011】

表1から明らかなように、比較例の試料9～12と従来例の試料13（JIS2017合金）は、Pbを含まず、切削性が劣る。これに対し、Pbを添加しない本発明の試料1～8は、従来例であるPb添加材（試料14、JIS2011合金）と同等以上の切粉分断性を有し、本発明に従ったCu、Sn、Bi及びZn同時添加材とすることで切粉分断性が特に優れることがわかった。

【0012】

【表1】

表1

備考	試料	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Zr	Sn	Bi	Pb	切削性
本発明	1	0.18	0.24	5.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.88	1.19	0.00	A
	2	0.19	0.24	5.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.53	0.01	0.00	0.61	0.69	0.00	A
	3	0.24	0.23	5.55	0.00	0.23	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.46	1.47	0.00	A
	4	0.18	1.01	5.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.57	0.69	0.00	A
	5	0.22	0.24	4.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.10	0.00	0.54	0.71	0.00	A
	6	0.76	0.22	5.77	0.00	0.00	0.01	0.00	0.56	0.01	0.00	0.65	0.82	0.00	A
	7	0.22	0.23	5.54	0.01	0.00	0.11	0.00	0.64	0.00	0.07	0.74	0.84	0.00	A
	8	0.17	0.21	4.38	0.46	0.01	0.00	0.00	0.50	0.01	0.00	0.55	0.67	0.00	A
	9	0.18	0.23	5.55	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.61	0.66	0.00	C
	10	0.20	0.23	2.56	0.00	0.01	0.00	0.01	0.25	0.01	0.01	0.57	0.53	0.00	C
	11	0.21	0.19	5.42	0.00	0.00	0.01	0.00	0.54	0.01	0.00	0.11	0.73	0.00	C
	12	0.20	0.23	5.61	0.01	0.01	0.00	0.00	0.48	0.01	0.00	0.51	0.24	0.00	C
従来例	13 (JIS 2017)														
	14 (JIS 2011)	0.52	0.47	4.03	0.55	0.61	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	D
単位はmass% 残部はアルミニウム		0.18	0.20	5.53	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.61	B

【0013】

## 実施例 2

表 2 に示す本発明合金と従来合金 J I S 2 0 1 1 合金の 2 種類の合金を用い、それぞれから直径 3 4 0 m m の鋳塊を得た。この鋳塊に 4 8 0 ℃で 6 時間の均質化処理を施した。この鋳塊を 4 0 0 ℃での押出により直径 3 5 m m の押出丸棒とした。この丸棒を長さ 3 5 m

10

20

30

40

50

mに切断して鍛造素材とし、表2に示した鍛造温度により、据込比80%で、据込を行った。なお表2には、その鍛造温度での加工に必要なとされた最小の鍛造荷重(ton)を示した。次いで、500℃で2時間の溶体化処理の後、直ちに水焼入れした。評価は、(1)各鍛造温度における鍛造荷重の大小の程度と、(2)水焼入れ後にカラーチェック(染色浸透探傷試験)で観察した割れの有無とにより評価した。

#### 【0014】

カラーチェック(染色浸透探傷試験、例えばMIL-STD-6866参照のこと。)の試験法について説明する。得られた各鍛造品試料に対して、浸透液(赤色)をスプレーして約15分放置した。浸透液を鍛造品表面から拭き取った後、現像液(白色)をスプレーした。もし試料に割れがあれば、浸透液が割れに浸透しているために現像液をスプレーした後で赤色の液が割れ部から染み出してくる。その染み出してくる赤色の液の有無を観察し、赤色が見られなければ割れ無し、見られれば割れありと評価した。

#### 【0015】

表2から明らかなように、従来合金JIS 2011合金を用いた場合、同一の鍛造温度下では、合金Aの場合と比較して鍛造荷重が著しく大きかった。これに対し、本発明の規定を満たす合金Aを用いて所定の鍛造温度(320~450℃)で加工した場合は、鍛造荷重が著しく低く、鍛造品に割れも発生しなかった。なお、本発明の規定を満たす合金Aを用いた場合、鍛造温度が高温では割れが発生し、低温ではより大きな鍛造荷重が必要であった。これより、本発明の合金を鍛造加工する場合には、鍛造時に所定の材料温度に調節することが好ましいことが分かる。

#### 【0016】

#### 【表2】

表2

試料	合金	鍛造温度 ℃	鍛造荷重 ton	水焼入れ後の 割れ有無
15	A	490	138	有
16		460	146	有
17		430	157	無
18		400	169	無
19		370	178	無
20		340	189	無
21		310	203	無
22	JIS 2011	490	163	有
23		460	170	無
24		430	182	無
25		400	193	無
26		370	207	無
27		340	223	無
28		310	235	無

(注) 合金A Cu:5.24mass%、Sn:0.58mass%、Bi:0.67mass%、  
Zn:0.52mass%、残部Al

JIS 2011 合金 Cu:5.18mass%、Pb:0.51mass%、  
Bi:0.54mass%、残部Al

#### 【0017】

#### 【発明の効果】

本発明のアルミニウム合金は、Al-Cu系合金においてPbを添加しなくても、Sn、

- B iを所定量添加し、さらにZ nを添加することにより、P b添加材と同等以上の優れた切削性を有する。
- 本発明の鍛造品製造方法によれば、より低い温度、より低い荷重で鍛造加工することができ、省エネルギーな鍛造加工が達成でき、かつ鍛造品製造時（例えば鍛造後の溶体化処理後の水焼き入れ時）の割れの発生を防ぐことができる。